



TRACTOR AGRÍCOLA – DETERMINACIÓN DE POTENCIA Y FUERZA DE TRACCIÓN A LA BARRA DE TIRO – MÉTODO DE PRUEBA

AGRICULTURAL TRACTOR – DRAWBAR POWER AND FORCE DETERMINATION – TEST METHOD

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana establece el método de prueba para determinar la potencia y la fuerza de tracción a la barra de tiro desarrollada por los tractores agrícolas nuevos que se comercialicen en la República Mexicana.

2 REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de esta norma se deben consultar las siguientes normas mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

NMX-O-153-1981	Maquinaria agrícola – Definiciones. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de febrero de 1981.
NMX-Z-012/1-1987	Muestreo para la inspección por atributos – Parte 1: Información general y aplicaciones. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de octubre de 1987.

NMX-Z-012/2-1987	Muestreo para la inspección por atributos – Parte 2: Métodos de muestreo, tablas y gráficas. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de octubre de 1987.
NMX-Z-012/3-1987	Muestreo para la inspección por atributos – Parte 3: Regla de cálculo para determinación de planes de muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de julio de 1987.

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma deben consultarse las definiciones establecidas en la norma mexicana NMX-O-153 (ver 2 referencias), además de complementarse con lo indicado a continuación:

3.1 Altura

La distancia entre la superficie de soporte y el plano horizontal que toca la parte superior del vehículo.

3.2 Ancho

La distancia entre dos planos verticales paralelos al plano medio del tractor, cada plano toca el punto más exterior del vehículo en su lado respectivo. Todas las partes del tractor, en particular todos los componentes fijos proyectados lateralmente (por ejemplo: las masas de las ruedas), están contenidas dentro de estos dos planos.

3.3 Consumo específico de combustible

La masa de combustible consumida por unidad de trabajo.

3.4 Despeje

La distancia entre la superficie de soporte y el punto más bajo del tractor.

3.5 Distancia entre ejes

La distancia entre los planos verticales que pasan a través de las líneas, una para las ruedas frontales y otra para las traseras.

3.6 Energía específica

Trabajo por unidad de volumen de combustible consumido.

3.7 Fuerza máxima a la barra de tiro

La fuerza de tiro media máxima sostenida que el tractor puede mantener a la barra de tiro sobre una distancia dada, el tiro es aplicado horizontalmente y en el plano vertical que contiene el eje longitudinal del tractor.

3.8 Longitud

La distancia entre los dos planos verticales perpendiculares al plano medio del tractor, que tocan los extremos delantero y trasero. Todas las partes del tractor y en particular los componentes que se proyectan al frente o atrás (por ejemplo: barra de tiro, etc.) están contenidos completamente entre estos dos planos.

Componentes removibles del enganche al frente o atrás no se incluyen en la longitud.

3.9 Masa sin lastre

La masa del tractor sin contrapesos y, en el caso de tractores con llantas neumáticas, sin lastre líquido en las llantas, sin incluir la masa del operador.

3.10 Patinaje de banda

$$\text{patinaje de banda (\%)} = \frac{n_0 - n_1}{n_0} (100)$$

donde:

n_0 y n_1 son el número de revoluciones por minuto de la polea de mando sin patinaje y bajo carga respectivamente.

3.11 Patinaje de las ruedas motrices u orugas

$$\text{patinaje de rueda u oruga motriz (\%)} = \frac{N_1 - N_0}{N_1} (100)$$

donde:

N_1 es la suma de las revoluciones de todas las ruedas de mando u orugas por una distancia dada con patinaje, y

N_0 es la suma de las revoluciones de todas las ruedas de mando u orugas para la misma distancia sin patinaje.

3.12 Potencia a la barra de tiro

La potencia disponible a la barra de tiro sostenible sobre una distancia de al menos 20 m.

3.13 Potencia del motor

La potencia medida al volante de inercia o al cigüeñal.

3.14 Potencia a la polea lateral

La potencia medida con el dinamómetro a la polea, si el tractor está equipado con la polea lateral.

3.15 Potencia a la toma de fuerza

La potencia medida a cualquier flecha diseñada por el fabricante del tractor para ser usada como toma de potencia.

3.16 Presión de inflado de las llantas

Se refieren a la presión especificada por el fabricante de las llantas montadas en el tractor bajo prueba.

3.17 Tractores agrícolas y forestales

Vehículos autopropulsados con llantas, con al menos dos ejes, o con orugas, diseñados principalmente para propósitos agrícolas y forestales y tiene como función jalar remolques, llevar, jalar o propulsar herramientas agrícolas o forestales o maquinaria y, cuando sea necesario, suministrar la potencia para operarlas con el tractor en movimiento o estacionario.

3.18 Trocha

El plano vertical que pasa a través del eje de la rueda intercepta su plano medio a lo largo de una línea recta la cual encuentra la superficie de soporte en un punto. Si A y B son los dos puntos definidos por las llantas en el mismo eje del tractor, entonces el ancho de la trocha es la distancia entre los puntos A y B. La trocha puede ser definida para ambos ejes: delantero o trasero. Cuando se tiene doble rodado, la trocha es la distancia entre dos planos cada uno de los cuales es el plano medio del par de ruedas. Para tractores de orugas, la trocha es la distancia entre los planos medios de las orugas.

3.19 Trocha, plano medio de la rueda

El plano medio de la rueda es equidistante de los dos planos que contienen la periferia de los rines en sus bordes exteriores.

3.20 Trocha, plano medio del tractor

Se toman las posiciones extremas de los puntos A y B del eje trasero del tractor, el cual da el valor máximo posible de la trocha. El plano vertical en ángulo recto a la línea AB en su punto central es el plano medio del tractor.

3.21 Velocidad nominal

La velocidad del motor especificada por el fabricante para operación continua a carga completa.

4 ESPECIFICACIONES

4.1 Tolerancias permisibles en medidas

Velocidad de giro	$\pm 0,5 \%$
Tiempo:	$\pm 0,2 \text{ s}$
Distancia:	$\pm 0,5 \%$
Fuerza:	$\pm 1,0 \%$
Masa:	$\pm 0,5 \%$
Presión atmosférica:	$\pm 0,2 \text{ kPa}$
Presión de llantas:	$\pm 5,0 \%$
Presión del sistema hidráulico:	$\pm 2,0 \%$
Temperatura de combustible, etc.:	$\pm 2,0^\circ\text{C}$
Termómetros de bulbo húmedo y seco:	$\pm 0,5^\circ\text{C}$

4.2 De calidad

Los resultados de todas las pruebas deben coincidir con la información y rangos de tolerancia presentados por el fabricante.

4.3 De las modificaciones

4.3.1 Modificaciones menores

Si existen modificaciones menores en el tractor tales como cambio de color, calcomanías, diseño de partes de lámina metálica, denominación de la marca o modelo para propósitos de mercado, el funcionamiento del tractor no debe ser afectado.

4.3.2 Modificaciones no menores (modificaciones mayores) abiertas a una validación por extensión.

Como opuestas a modificaciones menores, las llamadas modificaciones no menores (modificaciones mayores) están relacionadas con el motor y sus componentes u otras partes del tractor. El desempeño del tractor es afectado.

Después de revisar tales modificaciones, si resultan en la elaboración de un reporte de prueba nuevo, las modificaciones deben ser señaladas. El reporte de pruebas debe estar sujeto al procedimiento usual antes de la impresión final y circulación.

4.3.2.1 Modificaciones del motor y sus componentes

Una prueba de potencia a la toma de fuerza del tractor modificado debe mostrar que no hubo cambios en el torque de la toma de fuerza y el consumo de combustible medido en la prueba original por más de $\pm 2,5 \%$ a la velocidad nominal del motor y/o potencia máxima definida por el fabricante. El desempeño de la toma de fuerza debe estar dentro del $\pm 2,5 \%$ a todas las otras velocidades del motor entre la velocidad alta sin carga y la velocidad de torque máximo.

5 MUESTREO

Para efectuar la verificación de las especificaciones de calidad, tamaño y color del producto objeto de esta norma, se debe aplicar un muestreo de común acuerdo entre vendedor y comprador; se recomienda la aplicación con base en uno de los sistemas de muestreo contemplados en las normas mexicanas NMX-Z-012/1, NMX-Z-012/2 y NMX-Z-012/3 (ver 2 Referencias).

6 MÉTODO DE PRUEBA

6.1 Condiciones generales de la prueba

Una vez que la prueba ha comenzado el tractor nunca debe ser operado de manera que no esté de acuerdo con las instrucciones publicadas por el fabricante en el manual de operaciones.

6.1.1 Repetición de la prueba

Una estación de pruebas, únicamente repetirá una prueba de un modelo de tractor si éste ha sido modificado de manera que su desempeño pueda ser afectado.

6.1.1.1 De la modificación de otras partes que afecta el desempeño del tractor.

Ejemplos de tales modificaciones son:

- Cambio en eficiencia del hidráulico;
- Cambios en el diseño de la caja de velocidades, cuando las relaciones de velocidades permanecen iguales, y
- Cambios en la fabricación de algunos componentes del tractor (eje frontal, tren de poder, etc.).

En todos los casos se debe verificar con una prueba el efecto en el desempeño del tractor. El resultado de la verificación de la toma de fuerza permitirá tomar una decisión de acuerdo con lo indicado en el inciso 4.3.2.1 para revisar los otros efectos de las modificaciones, más verificaciones del funcionamiento pueden ser requeridas por la estación de pruebas. Si estas pruebas muestran desviaciones de más de $\pm 2,5$ %, los resultados deben ser reportados como pruebas suplementarias.

6.1.1.2 Caso especial cuando se prueban versiones de 2WD y 4WD del mismo tractor.

Si, a petición del fabricante, versiones de tracción sencilla y doble tracción de un tractor son probadas juntas, una de las versiones es modificada para ser la otra, el mismo motor debe ser usado en ambos y no debe haber cambios en la transmisión de potencia del motor a la toma de fuerza. La potencia a la toma de fuerza debe ser confirmada así como la conformidad de la segunda versión con las especificaciones del fabricante. Entonces no es necesario repetir la prueba completa de la toma de fuerza. Si las dos versiones de un mismo tractor son probadas juntas y si la posición relativa al suelo es diferente, la fuerza de levante de cada versión debe ser medida. Si ambas difieren por más de $\pm 2,5$ %, deben ser probadas y un cuadro de reporte para cada una debe incluirse en el reporte de prueba.

6.1.2 Asentamiento y ajustes preliminares

El tractor debe ser nuevo y asentado por el fabricante antes de la prueba, en colaboración con la estación de pruebas, bajo la responsabilidad del fabricante y de acuerdo con sus instrucciones usuales. Si este procedimiento no es práctico debido a que el tractor es un modelo importado, la estación de pruebas puede realizar el asentamiento del tractor tomando en cuenta que consigue la autorización del fabricante o su representante, quien se mantendrá como responsable del asentamiento.

El ajuste del carburador o la bomba de inyección y el ajuste del gobernador debe estar de acuerdo a las especificaciones dadas por el fabricante.

El fabricante puede hacer ajustes en conformidad con las especificaciones durante el período previo a la prueba. Estos ajustes no podrán ser cambiados durante la prueba.

El reporte de pruebas debe indicar el lugar y duración del asentamiento.

6.1.3 Hoja de especificaciones técnicas

El fabricante del tractor debe entregar una especificación del tractor que consista en los parámetros enlistados en el formato del reporte de pruebas, así como de cualquier otro dato necesario para conducir las pruebas. Estas especificaciones técnicas deben ser revisadas tanto como sea posible por la estación de pruebas.

Mientras se revisan las dimensiones:

6.1.3.1 El tractor debe estar parado sobre una superficie horizontal indeformable. Las dimensiones de la longitud y anchura son medidas entonces sobre líneas horizontales y aquellos de alturas en líneas verticales;

6.1.3.2 El vehículo debe estar estacionario con sus ruedas u orugas, y componentes en la posición que deben si fueran avanzando en línea recta, a menos que se especifique de otra manera;

6.1.3.3 Las definiciones de las dimensiones aplican para vehículos nuevos normalmente equipados, la presión en las llantas neumáticas es ajustada para dar el índice de radio dinámico apropiado al tamaño de la llanta, se recomienda consultar el inciso 7.4 (ver 7 Bibliografía).

6.1.4 Combustibles y lubricantes

Combustibles y lubricantes deben ser seleccionados de los disponibles comercialmente en el país donde el equipo es probado pero deben cumplir las normas mínimas aprobados por el fabricante del tractor. Si el combustible o lubricante cumple una norma nacional o internacional, debe ser mencionado y la norma especificada.

6.1.5 Equipo auxiliar

Para todas las pruebas, los accesorios tales como la bomba de levante hidráulico o el compresor de aire pueden ser desconectados solamente si es práctico para el operador hacerlo como una práctica normal del trabajo, de acuerdo con el manual y sin utilizar herramientas, a menos que se estipule de otra manera para una prueba particular. Sí no, los accesorios deben permanecer conectados y operados a una carga mínima.

6.1.6 Condiciones de operación

La presión atmosférica no debe ser menor a 96,6 kPa. Si esto no es posible debido a las condiciones de altitud, se aplicarán los factores de corrección de potencia y las fórmulas de corrección de potencia especificadas en el inciso 7.5. La presión debe ser anotada en el reporte. Condiciones estables de operación deben ser logradas en cada ajuste de carga antes de empezar las medidas de la prueba.

6.1.7 Consumo de combustible

Cuando el consumo se mide por la masa, para obtener el consumo por hora por volumen y el trabajo desempeñado por unidad de volumen de combustible, una conversión de unidades de masa a unidades de volumen debe hacerse usando el valor de la densidad del combustible a 15°C.

Cuando el consumo es medido por volumen, la masa del combustible por unidad de trabajo debe ser calculada usando la densidad correspondiente a la temperatura del combustible a la cual la lectura o medida fue tomada. Esta cantidad debe luego ser usada para obtener el consumo en volumen por hora y el trabajo desempeñado por unidad de volumen de combustible, usando el valor de la densidad a 15°C para la conversión de unidades de masa a unidades de volumen.

6.2 Potencia a la barra de tiro y consumo de combustible de un tractor sin lastre

6.2.1 Condiciones de la prueba

6.2.1.1 Tamaño de llantas

Esta prueba puede ser conducida con uno o más juegos de llantas, y los resultados incluidos en el reporte.

6.2.1.2 Pista de prueba

Las pruebas a la barra de tiro deben ser conducidas de acuerdo a las siguientes regulaciones, para poder obtener resultados razonablemente comparables en todos los países.

Las pruebas deben ser llevadas a cabo en una superficie limpia, horizontal, de concreto o de asfalto seco con un número mínimo de uniones.

Los tractores que no sean apropiados para operar en concreto o en asfalto, tales como los que cuentan con ruedas de acero o de oruga mecánica deben ser probados en superficies planas, secas y horizontales, pastizales podados o en una pista horizontal con características de adhesión equivalentes.

Una pista deslizante o unos rodillos también pueden ser usados siempre y cuando los resultados producidos sean comparables con aquellos obtenidos en las superficies mencionadas anteriormente.

El tipo de pista de prueba debe estar claramente señalado en el reporte.

6.2.1.3 Requerimientos generales

Durante todas las pruebas a la barra de tiro, el control del gobernador debe estar colocado en potencia máxima excepto para los incisos 6.2.3.4 y 6.2.3.5 y subsecuentes. Las pruebas no se deben hacer en relaciones de engranaje en que la velocidad de avance exceda los límites de seguridad del equipo de prueba.

La línea de acción de la fuerza de tracción debe ser horizontal. La altura de la barra de tiro debe permanecer fija con relación al tractor durante cada prueba. Debe ser escogida por el fabricante de una manera tal que la dirección del tractor pueda ser controlada cuando desarrolle la máxima fuerza a la barra de tiro.

En el caso de tractores con ruedas, se deben verificar las siguientes relaciones:

$$PH \leq 0,8 WZ$$

donde:

- P es la máxima fuerza de tiro;
- H es la altura estática sobre el suelo de la línea de tiro;
- W es el peso estático soportado por los neumáticos delanteros en el suelo, y
- Z es la distancia entre ejes.

Cuando se prueban tractores con tracción en las cuatro ruedas con diferencial entre los ejes motrices, la altura de la barra de tiro se debe elegir de tal manera que la adhesión se mantenga consistente entre las ruedas delanteras y traseras cuando la fuerza de tiro alcance su máximo.

Al inicio de las pruebas de la barra de tiro, la altura del gajo del neumático o de la oruga de hule no debe ser menor del 65 % de la altura del gajo de los neumáticos u orugas nuevas. La altura de los gajos del dibujo de los neumáticos debe ser medido por un instrumento de medición de tres puntos. El dispositivo de medición se debe colocar: dos puntos a cada lado de los gajos del dibujo y el tercer punto perpendicular a la dirección del gajo y lo más cercano posible a la línea central del neumático o de la oruga. Dos patas del instrumento de medición se deben colocar en la base de los gajos (en el punto tangencial entre el casco del neumático u oruga y el radio que une el gajo al casco). El tercer punto del instrumento de medición debe estar al centro del gajo. La altura del gajo debe ser la diferencia entre la elevación de las dos patas colocadas a los lados del gajo y la tercer pata colocada en el centro. La altura del gajo medida de tal manera debe ser tomada y promediada para un mínimo de cuatro puntos igualmente espaciados alrededor de la periferia del neumático u oruga.

Ésta debe ser comparada con datos similares en un neumático u oruga nueva de la misma marca, tamaño y tipo.

Para cada cambio, a la velocidad y fuerza de tiro que dan la máxima potencia en ese cambio, se deben registrar la velocidad del motor, potencia, fuerza de tiro, velocidad de avance, patinaje de los neumáticos u oruga, consumo de combustible, temperatura del combustible, refrigerante y aceite de lubricación, y las condiciones atmosféricas.

Durante las pruebas la temperatura atmosférica no debe exceder 35°C.

En el caso del desempeño de tractores con ruedas, únicamente valores promedio de hasta el 15 % de patinaje deben ser reportados. Dado que la distancia sin patinaje tendrá variaciones dependiendo del grado de desgaste de los neumáticos, debe ser necesario revisar este aspecto con regularidad, particularmente antes de determinar la máxima potencia de tiro. Para los tractores que cuenten con oruga, se anotará la máxima fuerza a la barra de tiro, junto con el correspondiente patinaje, y también la fuerza de tiro correspondiente al 7 % o más de patinaje.

De ser posible, los tractores con oruga, podrán ser probados en una superficie seca de concreto o de asfalto. En tal caso, el procedimiento de prueba y las condiciones deben ser aquellas aplicables a los tractores con ruedas.

Si el tractor está equipado con un convertidor de par hidrocínético equipado con un dispositivo de accionamiento que es controlado por el operador, las pruebas a la barra de tiro deben llevarse a cabo consecutivamente con el multiplicador en operación y con el multiplicador inhabilitado.

En el caso de tractores con una transmisión de velocidad variable, no es posible registrar la potencia máxima en los cambios de transmisión escogidos. La curva de potencia a la barra de tiro se obtendrá por medio de la determinación de la potencia máxima para un número suficiente de relaciones de transmisión para obtener una curva precisa. Los valores de potencia se reportaran, con su correspondiente lectura a la curva de las siguientes velocidades:

Tractores con neumáticos y similares							
km/h	2,5	3,5	5,0	6,5	8,0	11,0	17,5
Tractores con ruedas de acero y banda de acero							
km/h	1,5	2,5	3,5	5,0	6,5	8,0	10,0

Adicionalmente, para tractores con transmisión de velocidad variable, la siguiente información obtenida de la curva debe ser reportada:

- Potencia máxima, consumo de combustible y su correspondiente velocidad, y

- Potencia máxima y su correspondiente fuerza a la barra de tiro con control de la velocidad de avance y del gobernador del motor, en la posición de máxima velocidad dada.

6.2.2 Prueba de potencia a la barra de tiro, tractor sin lastre

Las pruebas determinarán la potencia disponible en la barra de tiro de un tractor sin lastre en diferentes relaciones de transmisión.

Las pruebas deben hacerse en al menos las relaciones de transmisión que dan una velocidad de avance más rápida que en la relación de transmisión a la cual se desarrolla la máxima potencia, hasta aquella inmediatamente debajo de la relación de transmisión que permite desarrollar la máxima fuerza de tiro.

6.2.3 Prueba de consumo de combustible durante la prueba de potencia a la barra de tiro, tractor sin lastre.

Para proporcionar información de la eficiencia operacional bajo condiciones de cargas parciales, el consumo de combustible debe ser medido en las relaciones de transmisión que con mayor frecuencia se utilizan para los trabajos de campo, seleccionadas por el fabricante y en acuerdo con la estación de prueba.

Dos relaciones de transmisión deben ser escogidas para las pruebas descritas en los incisos 6.2.3.1, 6.2.3.2 y 6.2.3.3, una de las cuales debe ser aquella con velocidad nominal cercana a 7,5 km/h y la otra a la cual la potencia más alta es desarrollada.

Las mediciones que se deben realizar son:

- 6.2.3.1 La potencia máxima disponible en la barra de tiro en la relación de transmisión seleccionada a velocidad nominal.
- 6.2.3.2 El tiro equivalente al 75 % del correspondiente a la potencia máxima a la velocidad nominal.
- 6.2.3.3 El tiro equivalente al 50 % del correspondiente a la potencia máxima a la velocidad nominal.
- 6.2.3.4 La velocidad del motor reducida en la siguiente relación de transmisión hacia arriba que muestra el consumo de combustible menor con la misma fuerza de tiro y velocidad de avance como en el inciso 6.2.3.2.
- 6.2.3.5 La velocidad del motor reducida en la siguiente relación de transmisión hacia arriba que muestra el consumo de combustible menor con la misma fuerza de tiro y velocidad de avance como en el inciso 6.2.3.3.

Con algunos tractores pequeños, las pruebas indicadas en los incisos 6.2.3.4 y 6.2.3.5 pueden ser imposibles. Este hecho se anotará en el reporte de prueba.

En el caso de tractores con transmisión de velocidad variable, se selecciona una relación de transmisión aproximadamente 20 % menor que las seleccionadas anteriormente, para las pruebas indicadas en los incisos 6.2.3.4 y 6.2.3.5.

6.2.4 Pruebas adicionales a la barra de tiro para los casos especiales de tractores sin toma de fuerza o con una toma de fuerza incapaz de transmitir el total de la potencia del motor.

6.2.4.1 En aquellos casos en que un tractor no esté equipado con una toma de fuerza o cuando la toma de fuerza no tiene permitido transmitir el total de la potencia del motor, el motor podrá ser probado en acuerdo con lo indicado en el inciso 6.2.4.1.1. En caso de que el motor no se haya probado, las siguientes series de pruebas a la barra de tiro, sin lastre deben realizarse:

6.2.4.1.1 Una prueba de 2 h a la máxima potencia debe realizarse en una relación de transmisión escogida por la estación de prueba, en acuerdo con el fabricante dentro del límite de relaciones de transmisión, desde la relación más baja que permite la utilización de la potencia máxima del motor, hasta la relación más alta que permita que se realice una prueba controlable por la estación de prueba. La relación escogida también debe permitir llevar a cabo la prueba de acuerdo con el inciso 6.2.4.1.2 y bajar hasta una velocidad donde la máxima fuerza a la barra de tiro ocurre dentro de un máximo de 15 % de patinaje.

Durante esta prueba se monitorean y registran al menos cada 10 min: las revoluciones del motor, consumo de combustible, velocidad de avance, patinaje, fuerza a la barra de tiro, así como las temperaturas y presiones relevantes. Adicionalmente, la temperatura del combustible se mantendrá a través de toda la prueba. La potencia máxima a la barra de tiro debe ser el promedio de las lecturas hechas durante el periodo de 2 h. En caso de que la variación de la potencia sea mayor al 2 % del promedio, las pruebas se deben repetir. En caso de que la variación continúe, la desviación se debe anotar en el reporte.

6.2.4.1.2 Una prueba a carga máxima y a velocidad variable del motor (también llamada "lugging run") debe ser llevada a cabo con todos los ajustes como para las pruebas normales a la barra de tiro y a la toma de fuerza. El patinaje debe ser limitado al 15 % y los datos registrados serán los mismos como para las otras pruebas a la barra de tiro. La relación de transmisión debe ser la misma que aquella utilizada en el inciso 6.2.4.1.1.

- 6.2.4.1.2.1 Una serie de pruebas se realizarán iniciando a la máxima potencia en la velocidad nominal del motor. La carga en la barra de tiro se incrementará de manera escalonada de tal forma que resulte en una disminución de la velocidad del motor en intervalos de 100 rev/min. Los incrementos de la carga de la prueba continuarán hasta que la máxima fuerza a la barra de tiro sea alcanzada o que alguna otra limitante tal como la capacidad de enfriamiento del motor o el convertidor de par hidrocínético (en caso de que así se encuentre equipado), o cualquier otra limitante citada por el fabricante.

Los tractores equipados con un convertidor de par hidrocínético ("creeper" o "high-low") que pueda ser inhabilitado, serán operados en las dos modalidades, habilitado e inhabilitado. Los tractores equipados con cambios descendentes automáticos se probarán hasta el momento en que ocurra el primer cambio descendente. En el inciso 6.2.4.1.2 posiblemente no se aplica a tractores con sistemas de cambios infinitamente variables.

- 6.2.4.1.2.2 Una prueba con carga parcial se debe realizar a 75 % de tiro obtenido a la velocidad nominal del motor.
- 6.2.4.1.2.3 Una segunda prueba a carga parcial se realizará a 50 % del tiro obtenido a la velocidad nominal del motor.

6.2.4.2 Presentación gráfica de resultados

El reporte de pruebas debe incluir una presentación de las siguientes curvas hechas para todo el intervalo de las velocidades del motor disponibles:

- 6.2.4.2.1 Potencia a la barra de tiro como función de la velocidad del motor.
- 6.2.4.2.2 Incremento en el tiro como función de la velocidad del motor.
- 6.2.4.2.3 Consumo horario y específico de combustible como función de la velocidad del motor.

7 BIBLIOGRAFÍA

- 7.1 NOM-008-SCFI-2002 Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.

7.2	NMX-Z-013-1977	Guía para la redacción, estructuración y presentación de las normas mexicanas. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 1977.
7.3	ISO 1585:1992	Road vehicles – Engines test codes – Net power.
7.4	ISO 4251-1:1992	Tyres (ply rating marked series) and rims for agricultural tractors and machines – Part 1: Tyre designation and dimensions and approved rim contours.
7.5	SAE J1349	Engine power test code – Spark ignition and compression ignition – Net power rating.
7.6	OECD. 2000	Restricted standard code for the official testing of agricultural and forestry tractor performance. Code 2. París, Francia. pp 81 – 124.
7.7	Gieck, K. 1981	Manual de fórmulas técnicas. 18ª Edición. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A. México.

8 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma mexicana no es equivalente a ninguna norma internacional por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

APÉNDICE INFORMATIVO A

Esta norma mexicana concuerda parcialmente con el Código 2 de los Códigos estandarizados para las Pruebas Oficiales de Tractores Agrícolas y Forestales de la OECD, en lo que se refiere a la determinación de la potencia y fuerza a la barra de tiro de tractores agrícolas.

APÉNDICE INFORMATIVO B
FORMATO DE REPORTE DE PRUEBA

NOTA: las unidades mostradas abajo, que aparecen en ISO 1000:1992, deben ser usadas y seguidas por las unidades nacionales en paréntesis, si es necesario.

- Nombre y dirección del fabricante del tractor:
- Lugar del ensamble del tractor:
- Entregado para prueba por:
- Seleccionado para prueba por:
- Lugar del asentamiento del tractor:
- Duración del asentamiento: h
- Lugar de la prueba:

1 ESPECIFICACIONES DEL TRACTOR

1.1 Identificación

- Marca /Modelo /Tipo:
- Número de ruedas motrices:
- No. de serie:

1.2 Motor

- Marca /Modelo /Tipo:
- No. de serie:

1.2.1 Cilindros

- Número /disposición:
- Diámetro /carrera: mm/mm
- Capacidad: cm³
- Relación de compresión:
- Disposición de válvulas:
- Camisas de cilindro (húmedas o secas):

1.2.2 Turbocargador

- Marca /Modelo /Tipo:
- Presión: MPa

1.2.3 Sistema de combustible

- Sistema de alimentación de combustible:
- Marca /Modelo /Tipo de filtro(s) de combustible:
- Capacidad del tanque de combustible: dm³
- Marca /Modelo /Tipo de bomba de inyección:
- No. De serie:
- Ajustes de fábrica de la bomba de inyección:
 - Relación de flujo (velocidad nominal del motor y carga completa): dm³/h
 - Sincronización:
- Marca /Modelo /Tipo de inyectores:
- Presión de la inyección: MPa
- Marca /Modelo /Tipo de carburador:

1.2.4 Gobernador

- Marca /Modelo /Tipo:
- Rango de velocidad del motor gobernado de.... a.... rev/min
- Velocidad nominal del motor:

1.2.5 Purificador de aire

- Prepurificador:
 - Marca /Modelo/Tipo:
 - Localización de la entrada de aire:
- Filtro principal
 - Marca /Modelo /Tipo:
 - Localización de la entrada de aire (en caso de que no tenga prepurificador):
- Indicador de mantenimiento:

1.2.6 Sistema de lubricación

- Tipo de bomba de alimentación:
- Tipo de filtro(s):
- Número de filtros:

1.2.7 Sistema de enfriamiento

- Tipo de refrigerante:
- Tipo de bomba:
- Especificaciones del ventilador
 - Número de aspas del ventilador:
 - Diámetro del ventilador: mm
- Capacidad del refrigerante: dm³
- Tipo de control de temperatura:
- Presión de apertura del sistema: kPa

1.2.8 Sistema de arranque

- Marca /Modelo /Tipo:
- Potencia nominal del motor de arranque: kW
- Auxiliar para arranque en frío:
- Sistema de seguridad:

1.2.9 Sistema eléctrico

- Voltaje: V
- Alternador
 - Marca /Modelo /Tipo:
 - Potencia: kW
- Baterías
 - Cantidad:
 - Potencia nominal: Ah enhoras

1.2.10 Sistema de escape

- Marca /Modelo /Tipo:
- Localización:

1.3 Transmisión

1.3.1 Embrague (avance y toma de fuerza /avance sólo)

- Marca /Modelo /Tipo:
- Cantidad de discos:
- Diámetro de los discos: mm
- Método de operación:

1.3.2 Caja de velocidades

- Marca /Modelo /Tipo:
- Descripción:

	Avance	Reversa
Número de velocidades		
Número de rangos /grupos		
Total de cambios		

- Opciones disponibles:

1.3.3 Eje trasero y mandos finales

- Marca /Modelo /Tipo:
- Traba del diferencial
 - Tipo:
 - Método de enganche:
 - Método de desenganche:

1.3.4 Eje delantero y mandos finales

- Marca /Modelo /Tipo:
- Traba del diferencial
 - Tipo:
 - Método de enganche:
 - Método de desenganche:

1.3.5 Total de relaciones y velocidades de avance

Vel. No.	Grupo o Rango	Número de revoluciones del motor para una revolución de las ruedas de mando	Velocidad de avance nominal (*) a la velocidad nominal del motor de rev/min km/h
(*) Calculado con el índice de radio dinámico de la llanta de mm (solamente tractores con llantas). (ISO 4251-1:1998).			

- Número de revoluciones de las ruedas delanteras para una revolución de las ruedas traseras (solamente para tractores de doble tracción):

1.4 Toma de fuerza

1.4.1 Toma de fuerza principal

- Tipo (independiente, semi-independiente, o dependiente):
- Método de embrague (si es necesario describir el tipo de embrague):
- Número de Flechas:
- Método de cambiar la flecha exterior de la toma de fuerza y velocidades:

1.4.1.1 Toma de fuerza proporcional a la velocidad del motor

Toma de fuerza a 540 rev/min

- Localización:
- Diámetro de la flecha de toma de fuerza: mm
- Número de estrías:.....conforme con /no conforme con ISO 500:1991
- Altura sobre el suelo: mm
- Distancia del plano medio del tractor: mm

- Distancia detrás del eje trasero: mm
- Velocidad de la toma de fuerza a la velocidad nominal del motor: rev/min
- Velocidad del motor a la velocidad estándar de la toma de fuerza: rev/min
- Relación de velocidad de rotación (vel. del motor/vel. toma de fuerza):
- Restricciones de potencia: kW
- Torque máximo transmitido: Nm
- Dirección de rotación (vista por detrás del tractor):

Toma de fuerza a 1 000 rev/min

- Localización:
- Diámetro de la flecha de toma de fuerza: mm
- Número de estrías:.....conforme con /no conforme con ISO 500:1991
- Altura sobre el suelo: mm
- Distancia del plano medio del tractor: mm
- Distancia detrás del eje trasero: mm
- Velocidad de la toma de fuerza a la velocidad nominal del motor: rev/min
- Velocidad del motor a la velocidad estándar de la toma de fuerza: rev/min
- Relación de velocidad de rotación (vel. del motor/vel. toma de fuerza):
- Restricciones de potencia: kW
- Torque máximo transmitido: Nm
- Dirección de rotación (vista por detrás del tractor):

1.4.1.2 Toma de fuerza proporcional a la velocidad de desplazamiento

- Indicar 540 rev/min ó 1 000 rev/min
- Distancia de desplazamiento para una revolución de la toma de fuerza m
- Número de revoluciones de la toma de fuerza para una revolución de las ruedas de mando (traseras):
- Dirección de rotación con la velocidad de avance embragada (visto por detrás del tractor):

1.4.2 Toma de fuerza opcional

- Dar la misma descripción que para la toma de fuerza principal.

1.5 Sistema de levante hidráulico

- Marca /modelo /tipo:
- Tipo de sistema hidráulico:
- Tipo y número de cilindros (simple o doble acción):
- Tipo de seguro para transporte:
- Presión de apertura de la válvula de alivio (tolerancia): MPa
- Presión de apertura de la válvula de seguridad del cilindro (si tiene): MPa
- Tipo de bomba de levante:
- Transmisión entre la bomba y el motor:
- Tipo y número de filtros:
- Localización del depósito de aceite:
- Tipo, número y localización de los puertos de pruebas hidráulicas
- Volumen máximo de aceite disponible para cilindros externos: dm³

1.6 Enganche de tres puntos

- Categoría:, conforme / no conforme con las categorías 1 ó 2 ó 3 ó 4 ó 1 N de ISO 730-1:1994 + Cor.1:1995 e ISO 730-2:1979.
- Adaptador de Categoría:

1.7 Barra de tiro

- Tipo:
- Altura sobre el suelo
 - o Máxima (AMmáx): mm
 - o Mínima (AMmín): mm
- Tipo de ajuste:
- Distancia del punto de enganche al eje trasero, horizontalmente (E): mm
- Distancia del punto de enganche al extremo de la toma de fuerza
 - o Verticalmente (Tv) mm
 - o Horizontalmente (Th) mm
- Ajuste lateral (al centro del punto de enganche)
 - o A la derecha (Cd): mm
 - o A la izquierda (Ci): mm
- Distancia del punto de pivote al eje trasero, horizontalmente (P): mm
- Diámetro del agujero para el perno de la barra de tiro: mm
- Carga vertical máxima permisible: kN

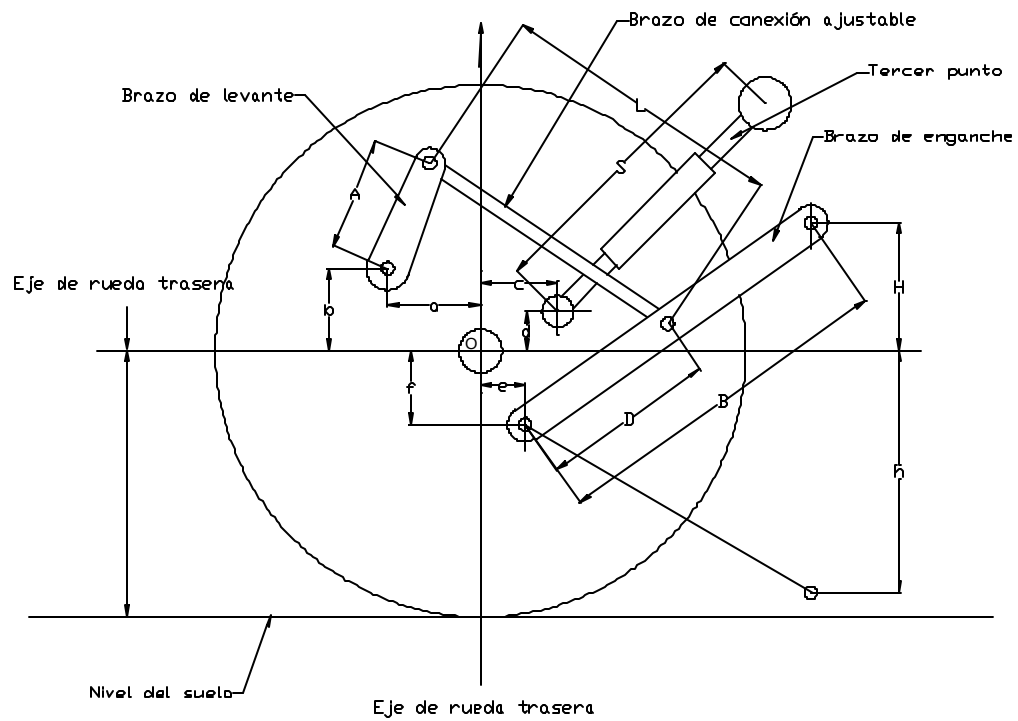


FIGURA 2.1.- Prueba de levante – Geometría del enganche de tres puntos

Dar cifras detalladas de la potencia de levante y complete la tabla del inciso 2.1.
Con valores correspondientes a las dimensiones de la figura.

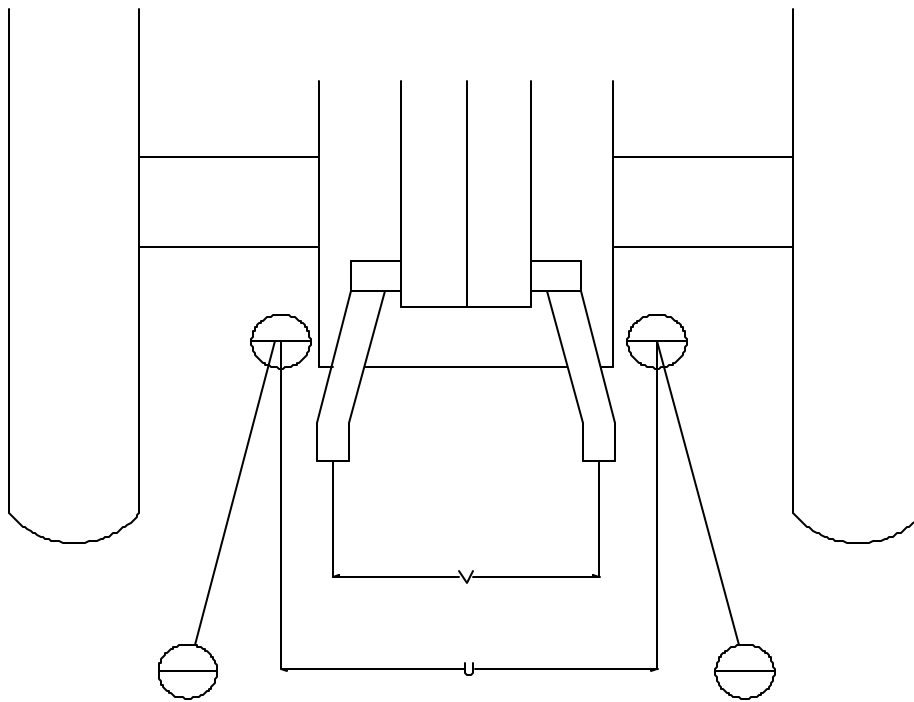


FIGURA 2.2.- Prueba de levante – Geometría del enganche de tres puntos

Dar gráficas detalladas de la potencia de levante y complete la tabla del inciso 2.1.
Con valores correspondientes a las dimensiones de la gráfica.

TABLA 2.1.- Dimensiones de la geometría del enganche cuando se conectan al bastidor estándar

		Dimensiones o rango	Posiciones usadas en la prueba
		Mm	mm
Longitud de los brazos de levante:	(A)		
Longitud de los brazos de enganche:	(B)		
Distancia del pivote del brazo de levante al eje de las ruedas traseras:			
– Horizontalmente	(a)		
– Verticalmente	(b)		
Distancia horizontal entre los dos puntos de enganche:	(u)		
Distancia horizontal entre los dos extremos de los brazos de levante:	(v)		
Longitud del tercer punto:	(S)	de.....a.....	
Distancia del pivote del tercer punto al eje de las ruedas traseras:			
– horizontalmente	(c)		
– verticalmente	(d)	de.....a.....	
Distancia del pivote del brazo de enganche al eje de las ruedas traseras			
– horizontalmente	(e)		
– verticalmente	(f)	de.....a.....	
Distancia del pivote del brazo de enganche al pivote de la barra de conexión ajustable en los brazos de enganche:	(D)	de.....a.....	
Longitud de las barras de conexión ajustable:	(L)	de.....a.....	
Altura del punto de enganche (brazos de enganche) relativa al eje de las ruedas traseras:			
– en la posición baja	(h)	de.....a.....	
– en la posición alta	(H)	de.....a.....	
Altura sobre el suelo del punto inferior de enganche cuando está asegurado en la posición de transporte(*)		de.....a.....	
(*) se asume r =índice de radio dinámico de llanta de ISO 4251 -1:1998 (tractores con neumáticos solamente).			

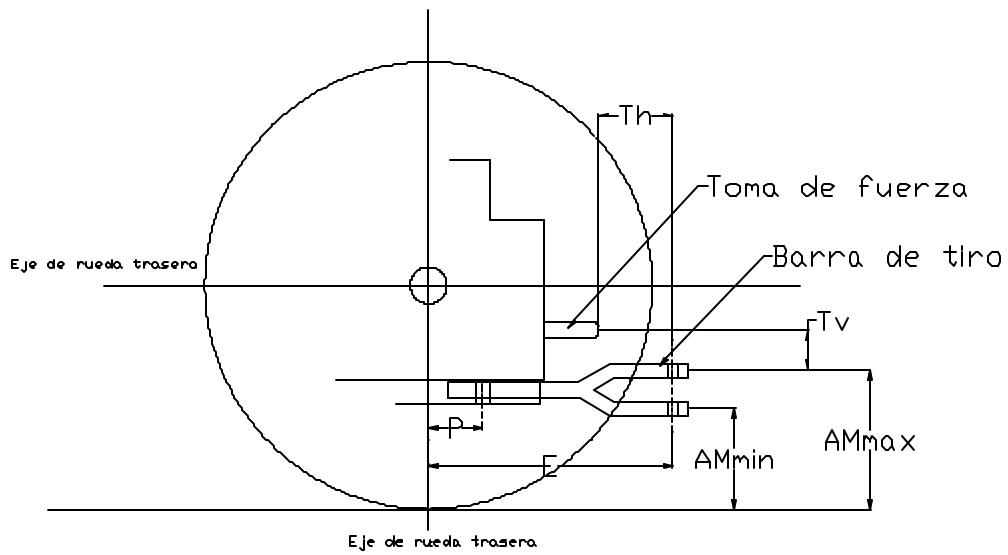


FIGURA 2.3.- Geometría de la barra de tiro y toma de fuerza

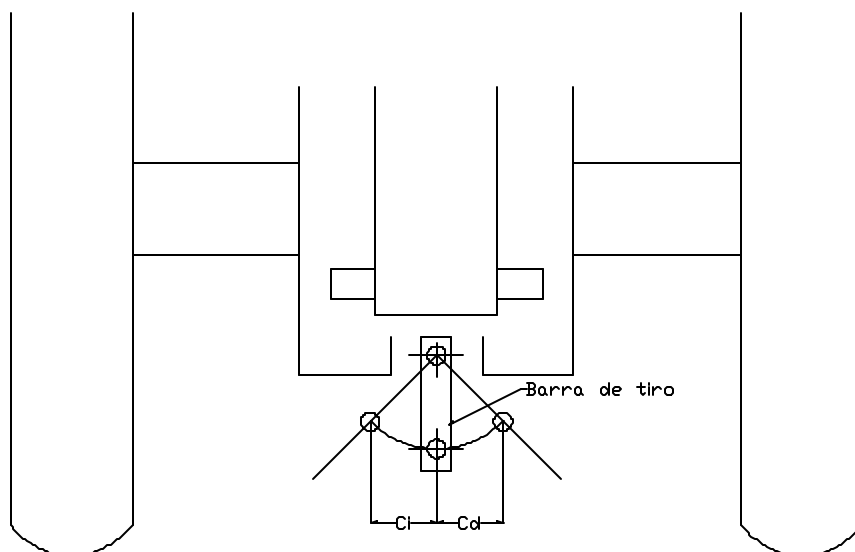


FIGURA 2.4.- Geometría de planta de la barra de tiro

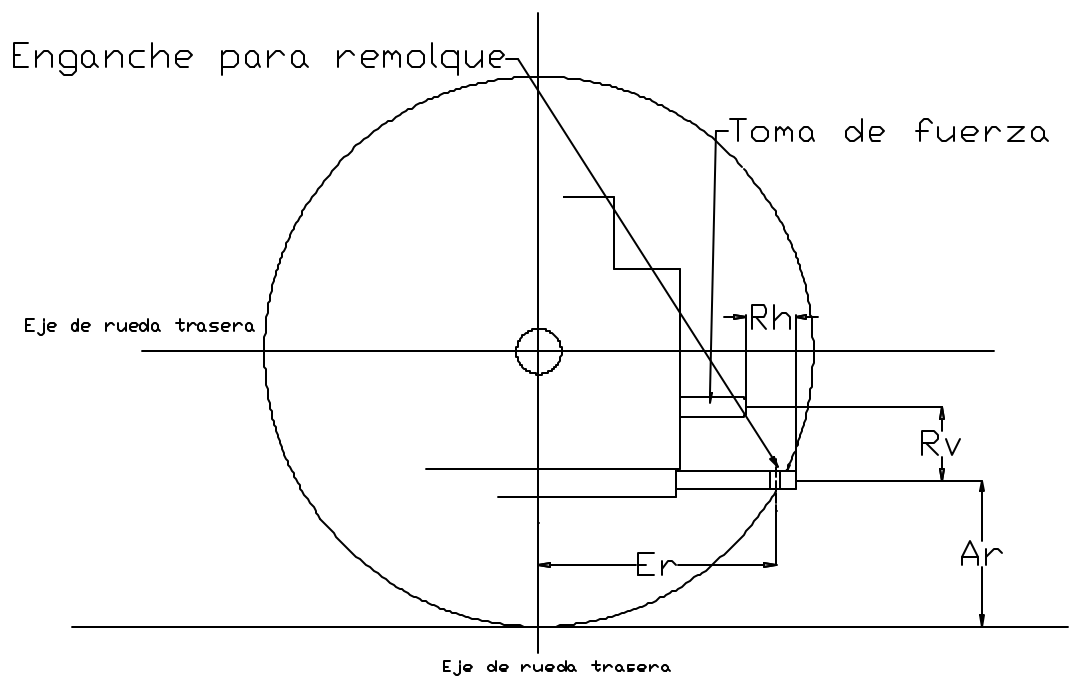


FIGURA 2.5.- Enganche para remolque

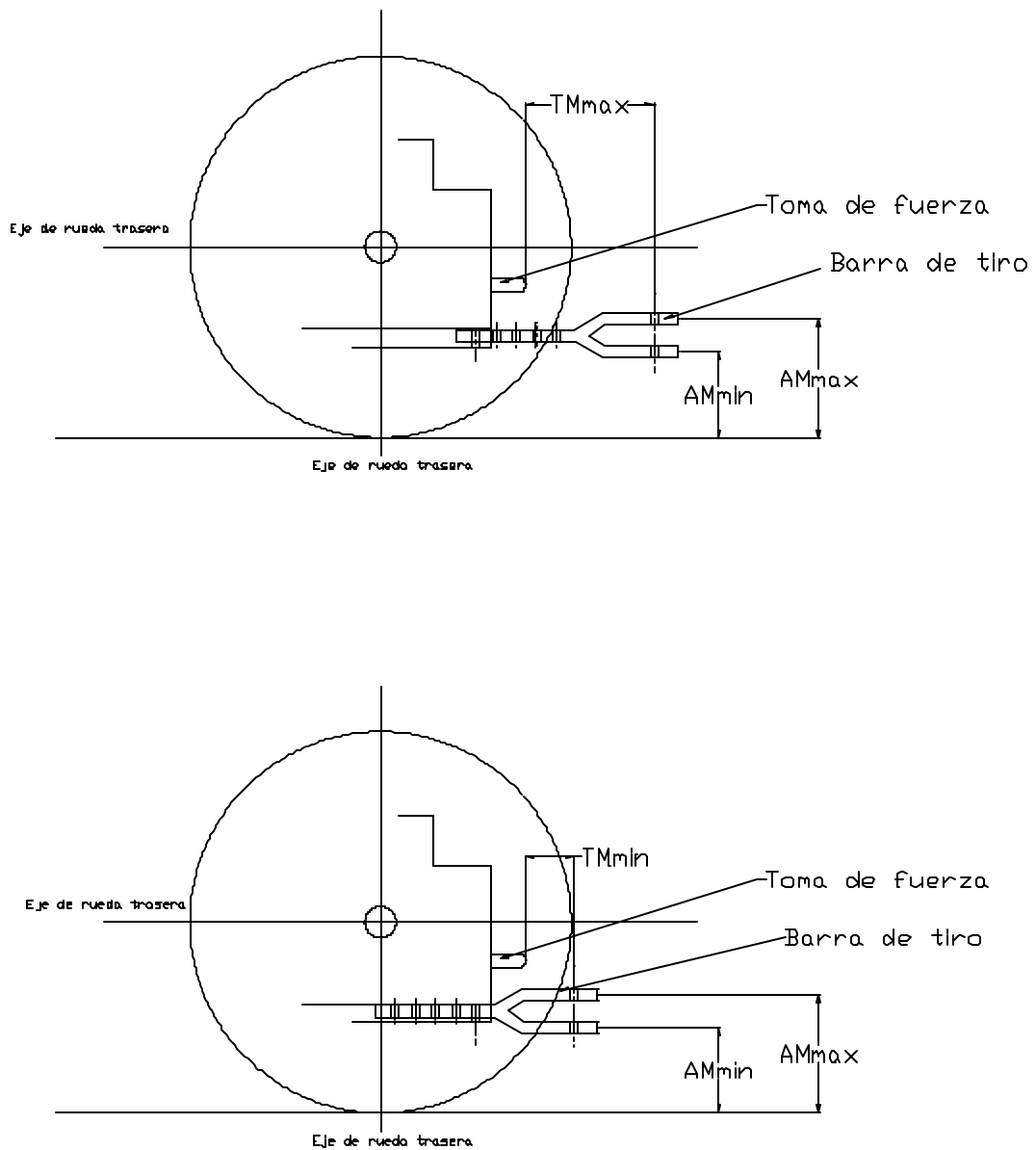


FIGURA 2.6.- Barra de tiro con agujeros múltiples

1.8 Enganche para remolque

- Tipo:
- Diámetro del agujero: mm
- Altura sobre el suelo (Ar): mm
- Distancia del punto de enganche al eje trasero, horizontalmente (Er): mm
- Distancia del punto de enganche al extremo de la toma de fuerza:
 - o Verticalmente (Rv): mm
 - o Horizontalmente (Rh): mm
- Carga vertical máxima permisible: kN

1.9 Barra de tiro con agujeros múltiples

- Número de agujeros:
- Distancia entre agujeros: mm
- Diámetro de agujero: mm
- Grosor / Ancho de la barra de tiro: mm/mm
- Altura sobre el suelo
 - o Mínima (AMmáx): mm
 - o Máxima (AMmín): mm
- Distancia horizontal al extremo de la toma de fuerza (trasera):
 - o Mínima (TMmín): mm
 - o Máxima (TMmáx): mm

1.10 Dirección

- Marca / Modelo / Tipo:
- Método de operación
 - o Bomba(s):
 - o Cilindro(s):
- Presión de trabajo: MPa

1.11 Frenos

1.11.1 Freno de servicio

- Marca / Modelo / Tipo:
- Método de operación:
- Toma de frenos para remolque (freno hidráulico o de aire):

1.11.2 Freno de estacionamiento

- Tipo:
- Método de operación:

1.12 Ruedas

- Número
 - o Delanteras:mando / dirección
 - o Traseras:mando / dirección
- Distancia entre ejes: mm
- Ajuste del ancho de trocha:

	Mínimo mm	Máximo mm	Método de ajuste
Delantera			
Trasera			

1.13 Estructura de protección

- Marca / Modelo / Tipo:
- Nombre y dirección del fabricante:
- Dispositivo de protección
 - o Cabina / Bastidor / Marco contra volcaduras / otra:
 - o Abatible / Fija:
- Aprobación de la OECD
 - o Número de aprobación:
 - o Fecha de aprobación:
 - o No. de certificados de modificaciones menores, si tiene:

1.14 Asiento

1.14.1 Asiento del operador

- Marca / Modelo / Tipo:
- Asiento y volante de dirección reversibles: Si / No
- Tipo de suspensión:
- Tipo de amortiguación:
- Rango de ajuste
 - o Longitudinalmente: mm
 - o Verticalmente: mm
- Cinturón de seguridad si / no

1.14.2 Asiento(s) de operador(es) opcional(es)

- Marca / Modelo / Tipo:
- Tipo de suspensión:
- Tipo de amortiguación:
- Rango de ajuste
 - o Longitudinalmente: mm

o Verticalmente: mm

1.14.3 Asiento para pasajero

- Localización:
- Capacidad (número):

1.15 Luces

	Altura desde el suelo al centro de las lámparas	Tamaño	Distancia del límite exterior de las luces al plano medio del tractor
	mm	mm	mm
Luces delanteras			
Luces laterales			
Luces traseras			
Reflectores			

2 CONDICIONES DE PRUEBA

Cuadros separados pueden ser agregados para reportar otras condiciones de prueba o equipos.

2.1 Dimensiones principales

	Longitud	Anchura		Altura al punto superior de	
		Mínima	Máxima	Estructura de protección	Tubo de escape
	mm	mm	mm	mm	mm
Sin lastre					

2.2 Despeje (tractor sin lastre): mm

- Parte limitante del despeje:

2.3 Masa del tractor

Masa (con o sin bastidor / guarda / cabina / otra):

	Sin lastre	
	Sin operador	Con operador
	kg	kg
Frente		
Posterior		
Total		

2.4 Especificaciones de la oruga

Materiales	
Ancho y base	mm
Radio dinámico (radio de rodadura)	mm
Sistema de soporte	
Barras de contacto	
Número de barras por metro	
Altura, largo y ancho de la barra	mm mm mm
Otras especificaciones	

2.5 Especificaciones de llantas y ancho de trocha

	Delanteras	Traseras
Llantas:		
- Dimensiones		
- Número de capas		
- Tipo		
- Carga máxima (fabricante de llantas)	kN	kN
- Carga máxima (fabricante de tractores)	kN	kN
- Presión de inflado (fabricante de llantas)	kPa	kPa
- Índice de radio dinámico	mm	mm
Ancho de trocha seleccionada	mm	mm

2.6 Combustible

- Tipo: conforme / no conforme con los estándares nacionales
- Densidad a 15°C: g/cm³

2.7 Aceite y lubricantes

2.7.1 Capacidad e intervalo de cambio

	Capacidad dm ³	Cambio de aceite h	Cambio de filtro h
Motor			
Caja de velocidades			
Eje delantero			
Eje trasero			
Mando final (trasero)			
Mando final (delantero)			
Sistema hidráulico (*)			
Otro (dirección.....)			
(*) Especifique si es común con caja de velocidades y eje trasero.			

2.7.2 Especificaciones (SAE, API, CCMC, ACEA, Mil.L, ISO)

	Recomendado	Usado durante la prueba
Aceite del motor – Tipo: – Viscosidad: – Clasificación:		
Aceites de transmisión – Tipo: – Viscosidad: – Clasificación:		
Fluido hidráulico – Tipo: – Viscosidad: – Clasificación		
Aceite de la dirección – Tipo: – Viscosidad: – Clasificación:		

2.7.3 Grasa

- Número de puntos de lubricación:

3 Resultados de las pruebas

3.1 Prueba de la potencia a la barra de tiro (tractor sin contrapesos)

- Fecha de pruebas:
- Tipo de pista:

	Altura de la barra de tiro sobre el suelo	Presión de inflado de las llantas delantera	Presión de inflado de las llantas trasera
	mm	kPa	kPa
Sin lastre			

[illegible]

3.1.3 En el caso de tractores que dejen huellas, las siguientes tablas serán usadas: *Prueba a la potencia de la barra de tiro*(tractores con ruedas de acero y orugas de acero)

	Sin lastre
Máxima fuerza de tiro	kN
Patinaje correspondiente	%
a 7 %	kN

3.1.4 *Pruebas a la barra de tiro optativas adicionales para tractores sin toma de fuerza o con toma de fuerza incapaz de transmitir la potencia total del motor (Esta prueba es obligatoria en caso de que la prueba del motor no sea escogida)*

Fecha de las pruebas:

Velocidad del motor indicada:

 min^{-1}

Relación de transmisión seleccionada y rango:

[illegible]

4 RESULTADOS DE PRUEBAS OPCIONALES

Los resultados de las pruebas opcionales tomadas del Código 1 de la OECD deben ser reportadas de acuerdo a las secciones relevantes del formato de reporte del citado código.

5 REPARACIONES

6 OBSERVACIONES

7 ANEXOS (curvas)

8 CERTIFICADO DE MODIFICACIONES MENORES

- Número de aprobación de la OECD de acuerdo al Código 2:
- Número de la estación de prueba del reporte original:
- Fecha y lugar de la prueba:
- Fecha de aprobación:
- Número de modificación: MOD
- El Certificado de Modificación previo (MOD.....)
permanece / no permanece válido.

8.1 Especificaciones del tractor

- Fabricante:
- Entregado para la prueba por:
- Marca:
- Modelo:
- Tipo:
- Número de serie para el cual aplican las modificaciones:

8.2 Detalle de las especificaciones

Desde el reporte de pruebas original, las siguientes modificaciones se han hecho:

.....
.....
.....

8.3 Declaración

El efecto de las modificaciones en el desempeño ha sido examinado.

Se considera que las modificaciones no afectan los resultados de la prueba original.

Luego entonces, el reporte de prueba original aplica, también, para el tractor modificado.

Elaborado:

Certificado circulado como anexo del reporte de prueba original.

Nombre y firma:

Lugar:

Fecha:

México D. F., a

**MIGUEL AGUILAR ROMO
DIRECTOR GENERAL**

RCG/DLR/MRG.

NMX-O-203-SCFI-2004

**TRACTOR AGRÍCOLA – DETERMINACIÓN DE POTENCIA Y
FUERZA DE TRACCIÓN A LA BARRA DE TIRO – MÉTODO DE
PRUEBA**

**AGRICULTURAL TRACTOR – DRAWBAR POWER AND FORCE
DETERMINATION – TEST METHOD**

PREFACIO

En la elaboración de la presente norma mexicana participaron las siguientes empresas e instituciones:

- AGCO MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.
- CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACIÓN
Sección 113 – Maquinaria Agrícola.
- INDUSTRIAS JOHN DEERE, S.A. DE C.V.
- NEW HOLLAND DE MÉXICO, S.A DE C.V.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN
Centro Nacional de Estandarización de Maquinaria Agrícola;
Dirección General de Fomento a la Agricultura;
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO (UAAAN)
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO (UACH)
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN (UANL)
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO (UNAM)
FES – Cuautitlán.
- VALTRACTORES DE MÉXICO, S.A. DE C.V.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Número del capítulo	Página
1 Objetivo y campo de aplicación	1
2 Referencias	1
3 Definiciones	2
4 Especificaciones	5
5 Muestreo	6
6 Método de prueba	6
7 Bibliografía	14
8 Concordancia con normas internacionales	15
Apéndice informativo A	15
Apéndice informativo B	16